



TITLE:

プレテンション方式プレストレストコンクリート製作機器の設計

AUTHOR(S):

平野, 裕一

CITATION:

平野, 裕一. プレテンション方式プレストレストコンクリート製作機器の設計. 京都大学工学研究科技術部報告集 2016, 13: 70-71

ISSUE DATE:

2016-06

URL:

<https://doi.org/10.14989/215083>

RIGHT:

プレテンション方式プレストレストコンクリート製作機器の設計

平野 裕一

京都大学大学院 工学研究科

1. はじめに

プレストレストコンクリート(以下、「PC」という。)とは、圧縮に強く引張に弱いコンクリートに対し、鋼材を介してコンクリートに圧縮力をかけ、使用時の荷重が作用した際にコンクリートに引張力が生じないようにしたものである。これによって支間の長い桁や幅員の広い床版の製作が可能となり、橋の橋脚を少なくしたり部屋の柱を少なくしたりすることができ、我々の身の回りにはこの技術が多く用いられている。

コンクリートにプレストレスを導入する方式は、あらかじめ引張力を加えた鋼材の周りにコンクリートを打込み、硬化後に引張力を開放して鋼材とコンクリートの付着を利用して圧縮力を導入するプレテンション方式と、コンクリート打込み後に、あらかじめ設けたダクト内に鋼材を挿入し、引張力を加えて定着することで圧縮力を導入するポストテンション方式がある。大学の実験室内でも比較的容易に製作できるポストテンション方式 PC に比べ、一般に工場において大がかりな装置が必要となるプレテンション方式 PC はこれまで実験室での製作ができなかった。

そこで今回、プレテンション方式 PC 製作が大学内の実験室で簡易にできることを目的として製作機器を設計し、製作した。本稿ではその設計までの経緯、設計内容の詳細を紹介する。

2. 設計までの経緯

筆者が担当する研究室では、実験室内でのポストテンション方式 PC の製作は以前から行われており、PC 梁の強度、破壊性状、長期に渡る耐久性など、コンクリート研究の題材として用いられてきた。一方、実社会では工場で作成されたプレテンション方式 PC も多く使用されており、今後問題となっていくであろう PC の経年劣化や部分的不具合による PC の性質を研究考察するには、同じ方式で製作した供試体が欠かせない。しかし、プレテンション方式 PC の製作は、一般に工場において大がかりな装置が必要となるため、大学の実験室内で製作することができなかった。

このため、これまではプレテンション方式 PC 製作を大学外の橋梁メーカーに依頼し、その工場内で製作した供試体を実験室内に輸送し試験していた。あるいは、その工場の一部分を使用させてもらい、材料と機材を持ち込んで製作するというを行っていた。これでは、製作依頼や輸送費のコストが余分にかかってしまうという問題があった。また、研究を進めていく中で、実験条件の追加や試験のやり直しにより供試体を追加し試験しようと考えても、外注のため追加での少量の供試体製作は困難であった。

そこで、大学の実験室内においても容易にかつ安全に製作できる装置を設計しようと考えた。

3. 設計思想

まず、設計するにあたり考慮した条件を以下に示す。

- (1) 既存の梁製作用鋼製型枠(1750×315×270 mm)を使用できること。
- (2) プレストレスを実験室内に現にある油圧ジャッキで導入が可能なこと。
- (3) プレストレス導入時の反力は機器自体が受け持つこと。建物の壁や床に反力を持たせられない。

こうした条件を踏まえ、既存の梁製作用の型枠よりも一回り大きい鋼製の枠を作り、そこで反力を持たせ、プレストレスを実験室内にある可搬式の油圧ジャッキで導入することを考えた。反力を持たせる鋼製の枠は高い剛性が必要であり、曲げ変形や座屈が生じないような材料・形状にしなければならない。

4. 設計内容

設計したプレテンション方式 PC 製作機器の全体図を図 1 に示す。角型鋼管 (175×175, L = 800 mm)、H 型鋼 (175×175, L = 2100 mm) それぞれ 2 本ずつ用いて長方形に組み立てる。これを平らな床に据えて使用する。この中には既存の梁製作用鋼製型枠(1750×315×270 mm)が入り、コンクリート打込み後の PC 鋼材を切断するスペースおよび作業用のスペースを考慮している。

プレストレス導入時の反力は 2 本の H 型鋼が受け持つ。角型鋼管には PC 鋼材を通す穴と、角型鋼管と H 型鋼をボルト接続する穴をあけている。この機器は可搬式の油圧ジャッキでプレストレス導入が可能である。

重量は全体で 220 kg であり、角型鋼管が 1 本 25 kg、H 型鋼が 1 本 85 kg である。全体をクレーンで吊り上げるためのアイボルトを 4 か所取り付けられるようにしている。

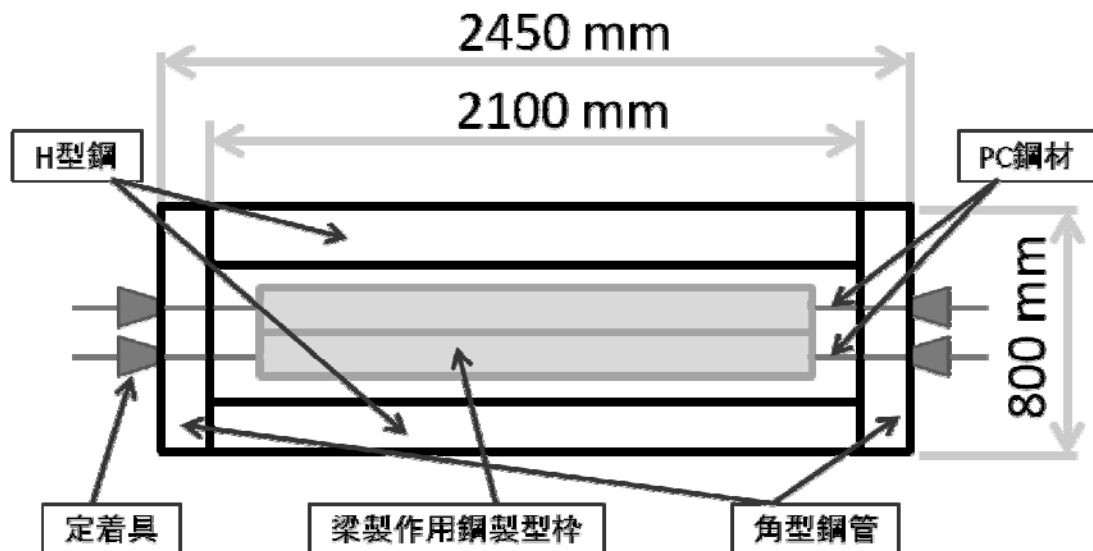


図 1 プレテンション方式 PC 製作機器全体図

5. 設計計算

設計するにあたり計算した内容を紹介します。材料の寸法と構造計算に必要なデータを以下に示す。プレストレス導入に必要な荷重は、導入を想定する最大の荷重としている。

比重(鉄鋼) : 7.85 g/cm^3 , ヤング率(鉄鋼) : $E = 2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$,

プレストレス導入荷重 : $P = 1.00 \times 10^5 \text{ N}$,

角型鋼管 : 175×175 , $L = 800 \text{ mm}$, 断面 2 次モーメント : $I = 3.25 \times 10^7 \text{ mm}^4$

H 型鋼 : 175×175 , $L = 2100 \text{ mm}$, 断面 2 次モーメント : $I = 9.83 \times 10^6 \text{ mm}^4$ (小さい方)

まず、角型鋼管中央たわみ δ を両端支持集中荷重の式(1)により計算した。

$$\delta = \frac{Pl^3}{48EI} \quad (1)$$

$\delta = 0.16 \text{ mm}$ となり H 型鋼は単軸圧縮とみなせるので、座屈荷重 P_b をオイラーの式(2)により計算した。

$$P_b = \frac{m\pi^2 EI}{L^2} \quad (2)$$

ここで、 m は柱端の条件による定数であり、固定端-自由端の $m = 0.25$ とした。

$P_b = 1.13 \times 10^6 \text{ N}$ となり、 $P < P_b$ となるので、今回設計上の載荷荷重 P では座屈は生じない。

以上より、構造的に問題がないことを確認した。

6. おわりに

今回、プレテンション方式 PC 製作機器の初めての製作であり、多少過大な設計であった部分もある。しかし、 100 kN という非常に大きな荷重をかけることになるため、予期せぬ事態が起こりうる可能性もあり安全面を考慮した設計とした。

今後も、安全面を最優先に試験装置の設計に取り組んでいきたいと考えている。